

УДК 621.791

САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРАЦІ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНИКІВ ПРИ СПОРУДЖЕННІ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ

Я.В.Куровець, Я.М.Семчук*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42196**e-mail: Kopeyb@nuing.edu.ua*

Наведено санітарно-гігієнічну характеристику умов праці електрозварників у процесі спорудження магістральних газопроводів. Розглядаються хімічні, фізичні та психофізіологічні чинники, що впливають на організм людини.

Приведена санитарно-гигиеническая характеристика условий труда электросварщиков при сооружении магистральных газопроводов. Рассмотрены химические, физические и психофизиологические факторы, влияющие на организм человека.

Resulted sanitary is a hygienical attribute of terms of labour of electric welders at the construction of highway gas conduits. Chemical and physical factors, influencing on the organism of man, are considered.

Умови праці зварників — це комплекс чинників виробничого середовища і робочої зони, які під час виконання зварювального процесу негативно впливають на їх здоров'я і продуктивність праці. Для забезпечення безпеки праці зварників необхідне гігієнічне обґрунтування оздоровчих заходів. Гігієнічні дослідження зварювальних і плазмових процесів та матеріалів включають експериментальні і виробничі дослідження. Експериментальним шляхом визначено кількісний і якісний склад пилу і газів, величину електромагнітного випромінювання в оптичному діапазоні зварювальної дуги, рівень звукового тиску. Виробничі дослідження виявляють динаміку цих шкідливих чинників протягом робочого дня, тижня, сезонів року і підтверджують необхідність систематичного контролю умов праці з метою коригування роботи санітарно-технічних пристроїв ті інших засобів захисту.

Нами узагальнено результати гігієнічних досліджень протягом багатьох років умов праці зварників у процесі спорудження магістральних газопроводів: Тальне-Ананьїв, Ананьїв-Ізмаїл, Хуст-Сату-Маре, Богородчани-Хуст та компресорних станцій Тарутіно та Ільїнцівська.

Основним технологічним процесом під час спорудження магістральних трубопроводів є дугове зварювання, яке здійснюється шляхом нагріву металу до рідкого стану в місці з'єднання деталей. Електрична дуга — найпоширеніше джерело теплоти, яке використовується для зварювання плавленням. Дуга може «горіти» між електродами і виробом або між двома електродами, розташованими над виробом. Дугове зварювання може виконуватися під дією змінного і постійного струмів в різних газових середовищах.

Із зварювальних робіт найбільшого поширення набули автоматичне і напівавтоматичне зварювання (80-85% загального об'єму зварювання), зокрема зварювання у вуглекислому

газі і одностороннє зварювання полотнищ з двостороннім формуванням шва.

Для виконання вертикальних, стельових, криволінійних швів і швів у важкодоступних місцях використовується ручне дугове зварювання покритими електродами. Покриття містить речовини, необхідні для створення газового і шлакового захисту металу від окислювальних дій повітря і для фізико-хімічної обробки рідкого металу з метою покращення його якості. Недоліками ручного зварювання є значні втрати електродного металу і погані гігієнічні умови на робочому місці зварників.

У галузі також застосовується ручне зварювання плавким і неплавким електродами в аргоні та в суміші вуглекислого газу і аргону. Найчастіше застосовують плавкі електроди, за допомогою яких можна зварювати будь-які сталі, мідні і алюмінієві сплави, чавун.

Різновидом дугового зварювання є зварювання у захисних газах. Захист контактних поверхонь аргонном застосовується при зварюванні високоактивних по відношенню до кисню і азоту матеріалів. Захист вуглекислим газом застосовується при зварюванні вуглецевих низьколегованих і деяких хромонікелевих аустенітних нержавіючих сталей. Зварювання у вуглекислому газі характеризується великими втратами електродного металу. У разі зварювання в аргоні і деяких сумішах аргону з киснем і вуглекислим газом ці втрати є значно меншими.

Зварювання під флюсом — інший різновид дугового зварювання. Захист простору, що оточує зону зварювання від шкідливого випромінювання дуги, здійснюється шляхом застосування спеціальних порошків — флюсів. Дуга при цьому способом зварювання «горить» у газовому міхурі, що надійно захищається від повітря шаром розплавленого флюсу-шлаку і твердого флюсу. Цей вид зварювання виконується тільки автоматами і напівавтоматами. При зварюванні під флюсом витрати зварювального

Таблиця 1 – Розрахункові повітреобміни при різних видах зварки для досягнення ПДК в умовах компресорних станцій

Види зварювання і використані матеріали	Повітреобмін (м ³ на 1 кг використаного матеріалу)	
	Мінімальний об'єм	Максимальний об'єм
зварювання електродами загального призначення:		
– вуглецеві і низьколеговані сталі	7400	568001
– теплотривкі сталі	52000	180000
– вогнетривкі сталі і сплави	24000	79000
– корозійно-витривні сталі	55000	82000
– високоміцні середньо-леговані сталі аустенітного класу	46000	92000
– оцинковані сталі	140000	250000
– наплавлювання сталей і чавуна	31000	100000
Напівавтоматичне зварювання в вуглекислому газі:		
– провід Св-08Г2С	-	-
– провід Св-08Х 19Н1192С2	-	-
– провід Св-16Х16Н25М6	-	-
Зварювання у суміші вуглекислого газу, аргону, кисню:		
– провід Св-08Г2С d=2 мм	-	-
Зварювання алюмінію і його сплавів в аргоні і гелії	1200	2000
Зварювання або наплавлювання під плавленими і керамічними флюсами	230	1300

дроту і електроенергії порівняно з витратами при ручному дуговому зварюванні незначні.

Виконання зварювання будь-якого різновиду пов'язане з використанням речовин, які у випадках невірного поводження або грубого порушення правил роботи можуть бути джерелом несприятливої дії на організм працюючого і забруднення навколишнього простору. Щоб робота зварника була безпечною, необхідно знати можливі небезпечні і шкідливі чинники процесів, що відбуваються при різних зварювальних роботах. Аналізу цих чинників присвячена ця стаття.

У процесі горіння зварювальних матеріалів утворюються аерозоль (пил і газ), до складу якого входять: (в найбільшому відсотку) залізо, що є малотоксичною речовиною; речовини І класу небезпеки — аерозолі конденсати марганцю і хрому, озон, речовини ІІ класу небезпеки — аерозолі конденсації нікелю, оксиди азоту, фтористий водень.

Аналіз хімічного складу 150 зварювальних матеріалів, які використовуються в газовій промисловості у процесі зварювання і наплавлювання свідчить, що 128 з них виділяють при зварюванні аерозоль, що містить марганець, 63-хром, 20-нікель, 58-фтористий водень. 26 найменувань матеріалів утворюють у процесі зварювання оксиди азоту, 21 найменування — оксид вуглецю, 14 найменувань — озон. Застосування 47 найменувань матеріалів супроводжується виділенням оксидів міді, цинку, ванадію, магнію, алюмінію, кобальту, вольфраму і бору. Надходячи у навколишнє повітряне середовище, ці шкідливі речовини забруднюють до рів-

ня гранично допустимих концентрацій (ГДК) значні об'єми повітря (табл. 1).

З таблиці видно, що витрата 1кг матеріалу практично при всіх процесах, (окрім зварювання під флюсом і деяких інших видів зварювання), призводить до забруднення десятків тисяч кубічних метрів повітря.

Встановлено, що на відстані 1,5м від зварювальної дуги концентрації шкідливих речовин зменшуються, а концентрації пилу не перевищують гранично допустимої норми. Проте, концентрації двоокису марганцю і окислу азоту залишаються вищими за ГДК. При різних зварювальних процесах концентрації двоокису марганцю і окислу азоту достовірно не відрізняються, що говорить про рівномірне забруднення повітряного середовища цеху.

Зварні роботи впливають на мікроклімат у закритих приміщеннях. Встановлено, що у просторі між зварником і зварною дугою температура повітря вища за температуру навколишнього середовища на 2,8°C в холодну пору року і на 2,5°C у теплу, а відносна вологість знижується до 40–20%.

У закритих приміщеннях у літню пору року температура повітря (особливо в південних районах) може перевищувати фізіологічно допустиму (28°C).

Зварювальні і плазмові процеси супроводжуються випромінюванням в оптичному діапазоні електромагнітних хвиль (0,2–3,5 мкм). Як відомо незахищений організм людини піддається тепловій дії оптичного випромінювання [1], що також може викликати пошкодження слизової оболонки рогівки і кришталика ока,

розвиток еритем, пігментації і депігментації шкіри. Зареєстровані навіть випадки пухлин.

Дослідження впливу випромінювання в ультрафіолетовому оптичному діапазоні на живу клітину [2] виявили виражені порушення функцій її життєдіяльності. Збільшення щільності потоку опромінення і часу дії випромінювання призводить до незворотних змін в клітинах організму. Цей чинник свідчить про відсутність пристосованості організму до шкідливої дії ультрафіолетового випромінювання. Вивчення сумісної дії УФ-опромінення і інгаляції аерозолів, пари металів і органічних сполук, проведених на тваринах, показало, що за відносно малих доз ультрафіолетового опромінення посилюються і захисні властивості організму. Проте стимуляція захисних механізмів організму порушується у разі відхилення від цих величин.

Відсутність надійних приладів для визначення абсолютних величин променевих потоків в усьому оптичному діапазоні (ультрафіолетовому, видимому, інфрачервоному) ускладнює систематичні дослідження у виробничих умовах. Тільки останніми роками з'явилися роботи за оцінкою у виробничих умовах величини УФ-випромінювання від зварювальної дуги [3]. Наші дослідження виконані термоелектричним приладом ТИС-4, що дає можливість визначати інтегральне випромінювання в чотирьох діапазонах: ультрафіолетовому (0,2–0,4 мкм), видимому (0,4–0,7 мкм) і двох областях інфрачервоного (0,7–1,4 і 1,4–3,5 мкм), а також сумарному (0,2–3,5 мкм). Проведено вимірювання при різних видах і режимах зварювання і плазмової обробки, безпосередньо в зоні перебування працівника. Результати оцінювання величини опромінення поверхні тіла працівника засвідчили, що підвищення сили струму у процесі зварювання призводить збільшення опромінення у всіх діапазонах. За основних режимів (сили струму 200–350 А) спостерігається значне збільшення щільності видимого потоку ($130\text{--}420\text{ Вт/м}^2$) та інфрачервоного ($200\text{--}650\text{ Вт/м}^2$) випромінювань. Одночасно щільність ультрафіолетового потоку дещо знижується за режимів 300–350 А (з 290 до 210 Вт/м^2) через підвищення концентрації аерозолів, що утворюється. Унаслідок цього поглинання відбувається розсіювання УФ-випромінювання. У процес зварювання мідних сплавів підвищення сили струму викликає зростання щільності потоку у всіх досліджуваних областях, проте не таке високе, як при зварюванні сталі. Здебільшого підвищується випромінювання в інфрачервоній області (до 560 Вт/м^2), що пояснюється акумуляцією тепла пластиною і збільшенням випромінюючої поверхні.

Оцінка інтенсивності оптичного випромінювання залежно від технічних пристроїв очищення повітряного середовища в робочій зоні зварника засвідчила, що рівень опромінення в УФ-області істотно залежить від чистоти повітря. Так, за наявності у приміщенні тільки загальнообмінної вентиляції найбільш високі величини опромінення реєструються у момент від-

сутності аерозольного потоку на шляху проходження випромінювання. При дії місцевої витяжної вентиляції напівавтоматичне зварювання супроводжується істотним збільшенням УФ-потoku (з 290 до 1100 Вт/м^2). Отже виконання зварювання в умовах ефективної роботи місцевої витяжної вентиляції може призвести до того, що оптичне випромінювання виявиться одним з найбільш несприятливих чинників, що супроводжують зварювальний процес, а це вимагає подальшого вдосконалення системи захисту очей і шкіри зварників.

Розширення сфери застосування плазмової технології висуває оптичне випромінювання в ряд провідних шкідливих чинників. Інтенсивність і спектральний склад його залежать від причин, які спостерігаються і зварюванні. Вид плазмового процесу (зварювання, різання) також впливає на щільність потоку випромінювання. Дані енергетичного випромінювання, отримані під час процесу різання кольорових металів і сталі вказують, що найбільші величини сумарного опромінення зареєстровані при різанні алюмінієво-магнієвих сплавів (500 Вт/м^2).

Процеси плазмового зварювання, наплавлення і напилення, що виконуються із застосуванням (як плазмоутворюючого газу) аргону і суміші аргону і гелію, супроводжуються збільшенням опромінення на порядок порівняно з різанням і електродуговим зварюванням. У цих випадках обов'язкове застосування укриттів зони плазмотрона і постачання працюючих індивідуальними засобами захисту — спецодягом, рукавицями і щитками з світлофільтрами.

Використання ультразвуку також призводить до погіршення слуху. Основним способом покращення умов праці за наявності джерела ультразвуку є звукоізоляція устаткування. З цією метою використовуються різні кожухи і екрани з оргскла, вініпласту, поролону і мікропористої гуми.

Відомо, що продуктивність праці зменшується при роботі в незручному положенні. Наприклад, при роботі сидячи, навпочіпки вона складає 36% порівняно з продуктивністю роботи стоячи, коли руки знаходяться в оптимальній робочій зоні. Фізіологи встановили, що робота у вимушених положеннях (стоячи, на колінах, нахилившись) на 15–20% енергоємніша, ніж аналогічна робота стоячи, випрямившись. Зміна пози впливає на умови роботи серця. Встановлено, що за кута нахилу тулуба на $10\text{--}20^\circ$ зменшується частота пульсу і сповільнюється робота серця. Трохи менші зміни відбуваються при подальшому згинанні тулуба, до кута 60° . Повернення у вертикальну позицію супроводжується почастішанням пульсу на 4–10 удари за хвилину. Виконання виробничих операцій в незручних позиціях (навпочіпки) викликає почастішання пульсу порівняно з роботою в позиції стоячи на 20 ударів за хвилину, а в порівнянні з роботою в похилому положенні — на 12–14 ударів за хвилину.

Тривала робота у незручному положенні, крім загального стомлення, може викликати порушення кровообігу. Наприклад, сидіння на

твердій табуретці протягом однієї години збільшує об'єм стопи в результаті венозного застою на 2–3% порівняно з початковим.

На працездатність впливає положення рук у просторі по відношенню до рівня серця. Якщо руки підняті до рівня очей, то стомлюваність вимагає збільшення часу на відпочинок на 34%, а у разі розташування рук на рівні голови — на 90% порівняно з часом на відпочинок у разі роботи рук на рівні серця. Однією з причин зниження працездатності при піднятих над головою руках є зниження тиску крові до 40 мм рт. ст. Все це обумовлює необхідність розміщення рук при роботі в оптимальній робочій зоні. Встановлено, що для роботи стоячи оптимальна робоча зона знаходиться в межах 100–160 см — по висоті, 110 см — по фронту, 65 см — по глибині; для роботи на колінах — 50–110 см — по висоті, 110 см — по фронту, 80 см — по глибині.

Як відомо, людський організм володіє значною витривалістю до статичних навантажень, що не перевищує 4 кгс, до динамічної роботи із зусиллями — не більш 8 кгс, до енергетичних витрат — не вище 250 ккал/год і пульсовому навантаженню — не більше 100–110 ударів за хвилину.

Хронометражні дослідження, виконані за методом моментних спостережень свідчать, що працівники-електрозварники близько 52% свого оперативного часу працюють з електродотримачами, близько 5% — з пневматичними інструментами і до 43% часу витрачається на зміну електродів, налагоджування устаткування і виконання інших операцій.

Фотохронометричні вимірювання робочих операцій у компресорних цехах свідчать, що незручність робочого положення, в першу чергу, визначається довжиною інструмента і висотою пультів управління. Для полегшення робочого положення необхідно подовжувати вставний інструмент, вживаний для зачищування зварних швів, піднімати пульти управління зварювальних автоматів.

Дослідження, виконані у виробничих умовах, свідчать, що у випадку змінених робочих положень змінюється і фізіологічне напруження організму тих, що працюють. Найбільшу напругу фізіологічних функцій викликає робота в незручному положенні і використання немеханізованих інструментів.

Висновок

Загалом процеси зварювання супроводжуються формуванням шкідливих чинників, що негативно впливають на організм людини. Основним способом покращання умов праці електрозварювальників є дистанційне керування процесами зварювання, подальше удосконалення засобів колективного та індивідуального захисту, розроблення спеціальних систем місцевої і загальнообмінної вентиляції.

Література

1 Алексеева И.С. Исследование адаптации человека к гипертермии в условиях производства / И.С.Алексеева // Физиологические и клинические проблемы адаптации и гипотермии, гипоксии и гиподинамии. — М.: Издательство университета им. Дружбы народов, 1985. — С. 213–215.

2 Крыленков В.А. К механизму действия УФ-излучения разной длины волны на клетки млекопитающих / В.А.Крыленков, К.А.Самойлова, С.В.Левин // Проблемы практической фотобиологии. — Пушино, 1987. — С.38–41.

3 Emmett E.A., Horsmann S.W. Factors influencing the output of ultraviolet radiation during welding. — J.Occup.Medicine, 1986, vol. 18, №1, p.127–129.

*Стаття поступила в редакційну колегію
11.03.09*